

Teodora M.Traczewska, Piotr Jadczyk

## Wrażliwość bakterii wyizolowanych z wkładu filtra Eko-22 na antybiotyki, chlor i promieniowanie UV

Niezadawalająca jakość wody ujmowanej na cele wodociągowe oraz stosowane zabiegi technologiczne w procesie jej uzdatniania są często przyczyną niskiej jakości organoleptycznej i zdrowotnej wody do picia [1,2], przy jednocześnie małej skuteczności procesu dezynfekcji. Niskie walory smakowe wody są przyczyną coraz powszechniejszego stosowania filtrów domowych o różnej skuteczności, zawierających m.in. wkłady z węgla aktywnego. Filtry te mogą być przyczyną wtórnego zanieczyszczenia biologicznego wody pitnej, bowiem woda opuszczająca zakład uzdatniania może zawierać drobnoustroje odporne na stosowane zabiegi dezynfekcyjne [3] oraz związki organiczne stanowiące źródło węgla i energii dla mikroflory osadzającej się na złożach filtracyjnych. Jednym z takich popularnych urządzeń domowych jest filtr Eko-22 produkowany przez firmę DENER we Wrocławiu.

We wrocławskiej wodzie wodociągowej stwierdzono występowanie szeregu gatunków bakterii, w tym również bakterii chorobotwórczych, co świadczy o niewystarczającej skuteczności jej uzdatniania [3] lub też wtórnym zanieczyszczeniu w sieci wodociągowej. Większość występujących w wodzie szczepów bakterii wykazywała odporność na najczęściej stosowane środki przeciwbakteryjne [4]. Masowe stosowanie antybiotyków w medycynie i weterynarii powoduje przedostawanie się ich do środowiska i uodparnianie na nie dzikich szczepów bakterii.

Powszechnie stosowana dezynfekcja wody do picia przy użyciu chloru ma szereg wad, takich jak długi czas kontaktu potrzebny do osiągnięciażądanego efektu, obniżanie walorów smakowych i zapachowych wody oraz powstawanie mutagennych chloropochodnych zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie [2,5]. Dlatego też coraz częściej stosuje się inne metody usuwania bakterii, np. poprzez naświetlanie wody promieniami UV lub jej katadynowanie [5,6].

Celem niniejszej pracy było określenie możliwości rozwoju bakterii na złożu filtracyjnym nasyconego srebrem węgla aktywnego wypełniającego wkład filtra Eko-22 oraz określenie ich wrażliwości na chlorowanie, naświetlanie promieniami UV i kilka najczęściej stosowanych antybiotyków.

### Materiał i metody

Bakterie wyizolowano z nasyconego srebrem węgla aktywnego stanowiącego wkład filtra Eko-22, z zastosowaniem standardowych metod mikrobiologicznych [7]. Wyizolowane szczepy identyfikowano wg metodyki podanej w pracy [8]. Wrażliwość bakterii na antybiotyki określono metodą krążkową na podłożu Müllera-Hinton [9]. Stosowano krążki produkcji Fabryki Surowici i Szczepionek w Warszawie. Badano wrażliwość wyizolowanych szczepów na

następujące antybiotyki: *doxycykline*, *gentamycin*, *neomycin*, *penicilin G*, *streptomycin* oraz *nalidix acid*. Bakterie inkubowano w temperaturze pokojowej przez 72 godziny. Po zakończeniu inkubacji mierzono szerokość stref hamowania wzrostu wokół krążków. Stopień wrażliwości szczepów na poszczególne antybiotyki odczytywano z tabel dostarczonych przez producenta antybiotyków.

Analogicznie na wstępie ustalono odporność bakterii na chlorowanie. Stosowano sterylne krążki nasączone podchlorynem sodu i wodą chlorową w stężeniu zapewniającym zawartość chloru użytecznego równą  $1,0 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$ . Stężenie skuteczne chloru dla poszczególnych szczepów badano inkubując bakterie w czasie 30 minut oraz 24 godziny w roztworze fizjologicznym z dodatkiem wody chlorowej w ilości zapewniającej następujące stężenia chloru użytecznego: 0,5; 1,0; 1,5 i  $2,0 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$ . Zakres dawek chloru ustalono na podstawie jego początkowych i końcowych stężeń we wrocławskiej wodzie wodociągowej. Po inkubacji bakterie posiewano na bulion odżywczy i hodowano w temperaturze pokojowej przez 72 godziny. Po inkubacji oceniano intensywność ich wzrostu.

Wrażliwość bakterii na promieniowanie UV badano naświetlając bakterie na agarze odżywcym bezpośrednio po zaszczepieniu go 18-godzinna hodowlą bulionową. Bakterie nieprzetwarzające naświetlano przez 5, 10 i 15 sekund, natomiast bakterie przetrwalnikujące przez 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90 i 180 sekund. Próbie kontrolną stanowiła hodowla bakterii na nie naświetlanej części płytki [10].

### Dyskusja wyników

#### Przynależność systematyczna szczepów

Wyizolowano 25 szczepów bakterii (tab.1): 23 formy cylindryczne (w tym 22 szczepy laseczek, 2 szczepy pałeczek) oraz 2 szczepy ziarniaków. 19 szczepów było Gram-pozytywnych, 5 Gram-negatywnych i 1 Gram-chwiejny. Tlenowcami były bakterie należące do 17 szczepów, względnymi beztlenowcami – 8. 18 szczepów należało do rodzaju *Bacillus*: 4 szczepy *Bacillus pasteurii*, 3 szczepy *Bacillus subtilis*, po 2 szczepy *Bacillus alvei*, *Bacillus thiaminoliticus* i *Bacillus laevolacticus* oraz po 1 szczepie *Bacillus coagulans*, *Bacillus liquefaciens*, *Bacillus alcalophilus*, *Bacillus pantothenicus* i *Bacillus circulans*. Wyizolowano też 3 szczepy z rodzaju *Arthrobacter*, dwa szczepy z rodzaju *Pseudomonas* oraz po jednym szczepie z rodzajów *Micrococcus* i *Aerococcus*.

Zaobserwowany stan mikrobiologiczny złoża filtra Eko-22 jest odzwierciedleniem stanu mikrobiologicznego wody. Przeprowadzone wcześniej badania wykazały, że Gram-pozytywne laseczki tlenowe dominowały też wśród 79 szczepów wyizolowanych z wody wodociągowej bezpośrednio po jej dezynfekcji [8]. Bakterie z rodzaju *Bacillus* stanowiły 60 z 79 [8] i 41 z 49 wyizolowanych szczepów [3]. Gromadzenie się bakterii na filtrach z węgla aktywnego jest zjawiskiem normalnym, a prowadzona przez nie biode-

Tabela 1. Cechy identyfikowanych szczepów bakterii

Badana cecha/szczep			1	2	3	4	5	6	7	8	
Morfologia kolonii	wzrost		pow	pow	pow	pow	pow	pow	pow	pow	
	wielkość [mm]		2,5	2	2	2	4	0,5	2	2	
	kształt		B	B	B	B	A	AB	B	A	
	wzniesienie		AB	D	D	A	B	B	D	D	
	brzeg		C	C	C	C	A	A	C	B	
	przejrzystość		nie	nie	nie	nie	pół	pół	nie	nie	
	kolor		biały	biały	biały	biały	krem	krem	krem	krem	
Morfologia komórki	barwienie Grama		1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	
	wytwarzanie przetrwalników		+	+	+	+	+	+	+	+	
	kształt przetrwalnika		e	e	e	e	e	e	e	e	
	położenie przetrwalnika		s	c	s	c	c	c	c	c	
	rozdęcie komórki		+	+	+	+	+	+	+	-	
Fizjologia komórki	stosunek do tlenu		t	t	t	t	t	t	t	t	
	wzrost w temp. 4 °C		-	-	-	-	-	-	-	-	
	wzrost w temp. 20 °C		+	+	+	+	+	+	+	+	
	wzrost w temp. 37 °C		+	+	+	+	+	+	-	+	
	wzrost w temp. 42 °C		+	+	+	+	+++	-	-	+	
	zdolność ruchu		+	+	+	+	-	+	+	+	
	wzrost na bulionie z 7% NaCl		+	+	+	+	+	+	+	+	
	upłynnienie żelatyny		-	-	k+	k+	-	k+	-	-	
	wykorzystanie cytrynianu		-	-	-	-	-	-	+	-	
	rozkład mocznika		-	+	-	-	-	+	+	-	
	hydroliza skrobi		+	+	+	+	+	+	+	+	
	wytwarzanie katalazy		+	+	+	+	+	+	+	+	
	redukcja azotanów	do azotynów		+	+	+	+	+	+	+	
		do amoniaku		-	+	+	+	+	+	+	
	rozkład kazeiny		+	+	b+	b+	+	b+	b+	+	
	wytwarzanie H <sub>2</sub> S		-	-	-	-	-	-	+	-	
	rozkład fenylalaniny		-	-	-	-	-	-	-	-	
	rozkład lizyny		+	+	+	+	+	+	+	+	
	rozkład arginy										
	wytwarzanie oksydazy cytochromowej		-	-	-	-	-	-	-	-	
	wytwarzanie indolu		-	+	+	-	+	+	+	+	
	VP		-	-	-	+	-	+	-	+	
	MR		-	-	-	-	-	-	-	-	
	Rozkład węglowodanów	glukoza	kwask	+	+	+	-	+	-	-	-
			wzrost	+	+	-	-	+	+	+	+
		sacharoza	kwask	+	+	-	-	+	+	+	+
			gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
			wzrost	+	+	+	+	+	+	+	+
		ksyloza	kwask	-	+	-	-	-	-	-	-
			gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
			wzrost	+	+	+	+	+	+	+	+
		laktoza	kwask	-	-	-	-	-	-	-	-
			gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
			wzrost	+	+	+	+	+	+	+	+
		rafinoza	kwask	-	-	-	+	+	-	-	-
			gaz	-	-	-	-	-	-	-	-
wzrost			+	+	+	+	+	+	+	+	
mannitol		kwask	-	-	-	-	-	-	+	-	
		gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	
		wzrost	+	+	+	+	+	+	+	+	
sorbitol		kwask	-	-	-	-	-	-	-	-	
	gaz	-	-	-	-	-	-	-	-		
	wzrost	+	+	+	+	+	+	+	+		
Przynależność taksonomiczna			<i>Bacillus coagulans</i>	<i>Bacillus alvei</i>	<i>Bacillus alvei</i>	<i>Bacillus pasteurii</i>	<i>Bacillus liquefaciens</i>	<i>Bacillus pasteurii</i>	<i>Bacillus aicalophilus</i>	<i>Bacillus pasteurii</i>	

pow – wzrost powierzchniowy; kształt kolonii: A – okrągła, B – okrągła z pomarszczonym brzegiem, C – okrągła z wałem brzeżnym; wzniesienie kolonii: A – płaska, B – lekko wypukła, D – kraterowata; brzeg: A – gładki, B – falisty, C – ząbkowany; przejrzystość: nie – nieprzejrzysta, pół – półprzejrzysta; barwienie Grama: 1 – laseczka, p – pateczka, z – ziarniak, „+” – Gram dodatnia, „-” – Gram ujemna; kształt przetrwalnika: e – eliptyczny; położenie przetrwalnika: c – centralne,



Tabela 2. Wrażliwość szczepów bakterii na antybiotyki i środki dezynfekcyjne

Szczep nr	Antybiotyk						Dezynfektant	
	Dk	Ge	N	P10	S	Na	Cl <sub>2</sub> *	Cl <sub>2</sub> **
1	n	s	n	n	n	n	n	n
2	n	s	s	n	n	n	n	n
3	s	s	s	n	n	n	n	n
4	s	s	s	n	n	n	n	n
5	n	n	n	n	n	n	n	n
6	n	s	s	n	n	n	n	n
7	n	s	n	n	n	n	n	n
8	n	s	n	n	n	n	n	n
9	n	s	s	n	n	n	n	n
10	n	s	s	n	n	n	n	n
11	n	s	n	n	n	n	n	n
12	n	s	s	n	n	n	n	n
13	n	s	n	n	n	n	n	n
14	n	n	n	n	n	n	n	n
15	n	s	s	n	n	n	n	n
16	n	n	n	n	n	n	n	n
17	n	n	n	n	n	n	n	n
18	n	n	s	n	n	n	n	n
19	s	s	s	s	n	w	n	n
20	w	n	n	n	n	n	n	n
21	n	n	n	n	n	n	n	n
22	n	n	n	n	n	n	n	n
23	n	n	n	n	n	n	n	n
24	n	n	s	n	n	n	n	n
25	n	n	n	n	n	n	n	n

n – niewrażliwy, s – średniowrażliwy, w – wrażliwy,

\* – podchloryn sodu, \*\* – woda chlorowa

Tabela 3. Wzrost bakterii na bulionie odżywczym po 0,5 i 24 h inkubacji w roztworze soli fizjologicznej z dodatkowej wody chlorowej (gCl<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)

Szczep nr	Czas inkubacji 30 min				Czas inkubacji 24 h			
	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
1	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	-
5	+	-	-	-	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+	+	-
8	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	-	+	+	-	-	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	-	-	-
12	+	+	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+	+	+
14	-	-	-	-	+	+	+	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-
16	+	+	+	+	+	+	+	+
17	+	+	+	+	+	-	-	-
18	+	+	+	+	+	-	-	-
19	-	-	+	+	-	-	-	-
20	+	+	+	+	-	-	-	-
21	+	+	+	+	+	-	+	-
22	+	+	+	+	+	-	-	-
23	+	+	+	+	+	+	+	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-

„+” – wzrost, „+ -” – słaby wzrost, „-” – brak wzrostu

Tabela 4. Wzrost bakterii na agarze odżywczym w zależności od czasu naświetlania promieniami UV

Szczep nr	Czas naświetlania, s								
	0	5	10	15	30	45	60	90	180
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	-
4	+	+	+	+	+	+	+	+	-
5	+	+	+	+	-	-	-	-	-
6	+	+	+	+	+	+	+	+	-
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-
10	+	+	+	+	-	-	-	-	-
11	+	+	+	+	+	+	+	+	-
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+	+	+	-
14	+	-	-	-	-	-	-	-	-
15	+	-	-	-	-	-	-	-	-
16	+	-	-	-	-	-	-	-	-
17	+	-	-	-	-	-	-	-	-
18	+	-	-	-	-	-	-	-	-
19	+	-	-	-	-	-	-	-	-
20	+	-	-	-	-	-	-	-	-
21	+	-	-	-	-	-	-	-	-
22	+	-	-	-	-	-	-	-	-
23	+	-	-	-	-	-	-	-	-
24	+	-	-	-	-	-	-	-	-
25	+	-	-	-	-	-	-	-	-

„+” – wzrost, „+ -” – słaby wzrost, „-” – brak wzrostu

gradacja zanieczyszczeń zaadsorbowanych na złożu jest wykorzystywana nawet jako naturalna metoda ich regeneracji. Liczba bakterii w odpływie z filtru zawierającego węgiel aktywny może być większa niż w dopływie do filtru. Do gatunków typowych dla takiego odpływu należą *Citrobakter freundii*, *Enterobacter cloacae* i *Klebsiella pneumoniae* [11].

Metodą, która ma przeciwdziałać temu procesowi jest katadynowanie, czyli dezynfekcja wody jonami srebra osadzonymi na złożu węglowym. Jony srebra wiązane są przez błonę komórkową i ograniczają metabolizm komórki, a część jonów przedostaje się do jej wnętrza blokując DNA oraz enzymy oddechowe. Stwierdzono, że filtrowanie wody pitnej przez filtr Eko-22 znacznie obniża zawartość w niej chloru, poprawiając jej walory smakowe i przyszczalnie zdrowotne. Jednakże wyizolowanie tak wielu szczepów bakterii z nasyconego srebrem węgla aktywnego stanowiącego wypełnienie wkładu filtru świadczy o niewystarczającej skuteczności dezynfekcji wody metodą katadynowania. Zatem woda po filtracji przez węgiel aktywny powinna być poddana dezynfekcji albo przynajmniej przegotowana przed spożyciem.

### Wrażliwość na antybiotyki

Badane szczepy bakterii (tab.2) okazały się niewrażliwe na testowane antybiotyki w 79,3 %, średnio wrażliwe w 19,3 % i wrażliwe w 1,3 %. Tylko 1 szczep (4 %) reagował na działanie 5 antybiotyków, 2 szczepy (8 %) na działanie 3 antybiotyków, 6 szczepów (24 %) na działanie 2 antybiotyków, 8 (32 %) na działanie jednego z nich, a 8 (32 %) było opornych na wszystkie zastosowane antybiotyki. Wszystkie szczepy były oporne na *streptomycyn* (S), 96 % na *nalidix acid* (Na) i *penicilin* G (P10), 84 % na *doxycykline* (Dk), 56 % na *neomycyn* (N), 44 % szczepów było

odpornych na *gentamycin* (Ge). Najniższą wrażliwość na antybiotyki wykazały pałeczki i ziarniaki.

Już wcześniej na niską wrażliwość na antybiotyki mikroflory bakteryjnej wody uzdatnionej dla celów komunalnych we Wrocławiu zwrócono uwagę w pracy [4]. Większość wyizolowanych szczepów była całkowicie odporna na działanie kilku preparatów przeciwbakteryjnych: 58,8 % z nich było odpornych na *nalidix acid*, 38,7 % na *streptomycin*, 12,2 % na *gentamycin*, 10,2 % na *doxycycline*. Zjawisko to ma istotne znaczenie epidemiologiczne. Jedną z przyczyn szerzenia się niewrażliwości może być m.in. przekazywanie tej cechy w drodze koniugacji międzyrodzajowej.

Tak wysoki stopień oporności bakterii wyizolowanych z filtru Eko-22 na środki przeciwbakteryjne był prawdopodobnie wynikiem wcześniejszej selekcji w zanieczyszczonym środowisku naturalnym (rzeka Oława) oraz dalszej selekcji na poszczególnych etapach uzdatniania wody. W efekcie przy życiu pozostały tylko szczepy charakteryzujące się niewrażliwością na substancje antybiotyczne.

### Wrażliwość na chlor

We wstępnym badaniu wrażliwości na chlorowanie uzyskano wyniki negatywne, bowiem wokół żadnego krążka z podchlorynem sodu ani z wodą chlorową nie uzyskano strefy hamowania wzrostu bakterii przekraczającej 1 mm.

W badaniach dotyczących wyznaczenia skutecznego stężenia chloru przetrwalnikujące laseczki z rodzaju *Bacillus* wykazały małą wrażliwość na chlorowanie, a różnice stężeń chloru użytecznego wywierały niewielki wpływ na ich żywotność w czasie kontaktu trwającego 30 minut. Wyraźne było natomiast hamowanie wzrostu szczepów należących do tego rodzaju po 24-godzinym chlorowaniu. Ponad połowa prób wykazywała minimalne zmętnienie bulionu świadczące o bardzo słabym wzroście. Ogólnie stosowane stężenia dały efekt letalny dla 50 % szczepów z rodzaju *Bacillus*. Ziarniaki ginęły we wszystkich badanych stężeniach chloru w obu czasach inkubacji. W badanym zakresie mieściły się też stężenia powodujące śmierć wszystkich szczepów laseczek Gram-negatywnych i pałeczek w czasie 24 godzin (tab.3).

Działanie bakteriobójcze chloru jest wynikiem utleniania enzymów komórki bakteryjnej przez kwas podchloryny, który dyfunduje przez błonę komórkową. Większa oporność przetrwalników na chlorowanie jest wynikiem budowy ich ściany komórkowej [12]. Obecność bakterii przetrwalnikujących w wodzie w przypadku ujmowania wód powierzchniowych jest wynikiem nieskuteczności tradycyjnych zabiegów technologicznych.

### Wrażliwość na promieniowanie UV

Wszystkie badane szczepy bakterii nieprzetrwalnikujących były wrażliwe na działanie promieni UV (tab.4). Efekt letalny nastąpił po 5 sekundach naświetlania. Większość szczepów bakterii przetrwalnikujących była mniej wrażliwa na działanie promieni UV; bakterie te przeżywały na ogół ekspozycję na promieniowanie UV trwającą 90 sekund, natomiast ginęły przy ekspozycji trwającej 180 sekund.

W pracy [6] podano, że naświetlanie promieniami UV jest metodą dezynfekcji wody, wysoce skuteczną w stosunku do bakterii nieprzetrwalnikujących, pod warunkiem przejrzystości środowiska. Na poprawę skuteczności dezynfekcji wody tą metodą wpływa przedłużanie czasu naświetlania, nie zaś wzrost intensywności promieniowania. Skuteczny czas naświetlania wynosi kilka sekund. Zabicie 99,9 % bakterii *Escherichia coli* w ściekach i odnawianej wodzie wymaga naświetlania promieniami UV przez 60 sekund,

natomiast bakterii *Shigella* – 47 sekund. Komórki wegetatywne *Bacillus subtilis* giną po 240 sekundach naświetlania, zaś przetrwalniki po 369 sekundach [13]. Stąd wydaje się, że wprowadzenie dezynfekcji promieniami UV wyeliminowałoby wtórne zanieczyszczenie bakteriologiczne wody w omawianych warunkach.

### Wnioski

◆ Przeżywanie bakterii w węglu aktywnym nasyconym srebrem świadczy o ograniczonej skuteczności dezynfekcji wody metodą katadynowania. Połowę wyizolowanych szczepów stanowiły bakterie przetrwalnikujące, przy czym większość tych szczepów była niewrażliwa na najczęściej stosowane w lecznictwie antybiotyki.

◆ Chlorowanie wody przy czasie kontaktu 30 minut było mało skuteczne w stosunku do badanych szczepów bakterii, natomiast wydłużenie czasu kontaktu wody z chlorem do 24 godzin zwiększyło jego skuteczność. Najskuteczniejszą metodą dezynfekcji w stosunku do badanych szczepów było naświetlanie wody promieniami UV. Skutecznym sposobem dezynfekcji wody mogłoby być także zintegrowane stosowanie kilku metod równocześnie, np. ozonowanie połączone z promieniowaniem UV.

◆ Ze względu na niezadowalającą jakość zdrowotną wody pitnej we wrocławskiej sieci wodociągowej, w celu usunięcia związków organicznych oraz dla poprawy jej walorów organoleptycznych, należałoby stosować filtry węglowe z końcową sterylizacją wody promieniami UV.

### LITERATURA

1. M. PAWLACZYK-SZPIŁOWA: Jakość zdrowotna wody przeznaczonej do picia. *Ochrona Środowiska*, 1993, nr 3(50), ss. 11-15.
2. K. STROBEL, H.H. DIETER: Toxicological risk/benefit-aspects of drinking water chlorination and of alternative disinfection procedures. *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.* 1990, 23, S. 152-162.
3. T. TRACZEWSKA, B. KOŁWZAN, H. GODZIŃSKA, M. PAWLACZYK-SZPIŁOWA: Bacteriological evaluation of the treatment efficiency of surface water used for water supply system; part II. *EPE*, 1986, Vo. 12, No. 4, pp. 25-34.
4. B. KOŁWZAN, T. TRACZEWSKA, M. PAWLACZYK-SZPIŁOWA: Preliminary examination of resistance of bacteria isolated from drinking water to antibacterial agents. *EPE*, 1991, Vol. 17, No. 1-2, pp. 53-60.
5. S. PARYS: Dezynfekcja wody przy użyciu lamp UV alternatywą dla chlorowania wody. *GWiTS*, 1993, tom LXVII, nr 7, ss. 197-198.
6. S. PARYS: Dezynfekcja wody metodą działania jonów srebra - katadynowanie. *GWiTS*, 1993, tom LXVII, nr 11, ss. 295-296.
7. E. KOCWOWA: Ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej dla wyższych szkół technicznych. PWN, Warszawa 1984.
8. R.E. BUCHANAN, N.E. GIBBONS: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams & Wilkins Co., Baltimore 1974.
9. W. KĘDZIA: Diagnostyka mikrobiologiczna w medycynie. PZWL, Warszawa 1990.
10. G.CLAUS, H.W.WILIAM: A laboratory textbook for microbiology. Freeman & Co., New York 1989.
11. W. ADAMSKI, E. GROCHULSKA-SEGAL: Wielofunkcyjność kolumn węgla aktywnego w układach technologicznych uzdatniania i odnowy wody. *GWiTS*, 1993, tom LXVII, nr 7, ss. 192-194.
12. T. KOWALSKI: Procesy utleniania i dezynfekcji chlorem i dwutlenkiem chloru. W: *Odnowa wody. Podstawy teoretyczne procesów*. Wyd. PWr., Wrocław 1992.
13. G.C. WHITE: *Disinfection of Wastewater and Water for Reuse*. Van Nostrand Reinhold Co., New York 1978.

### **Sensitivity of Bacteria Isolated from an Eko-22 Filter Cartridge to Antibiotics, Chlorine and UV Radiation**

*The low gustatory quality of drinking water has considerably increased the demand for domestic filters which, in most instances, involve activated carbon cartridges. For this reason, bacteria growing on such filter elements were isolated and examined for their sensitivity to antibiotics, chlorine and UV radiation. The Katadyn process was found to be of little effect, because surviving bacteria accounted for 56 % of the total population determined. The bacteria isolated from the activated carbon cartridge showed a high*

*resistance to antibacterial agents, such as chlorine or antibiotics. This specific resistance should be attributed to the natural selection of microflora in the polluted river and to the selection in the course of the treatment process. Only UV radiation was found to be an effective disinfecting method. The investigations showed that a combination of UV radiation and conventional disinfecting methods should be recommended in order to eliminate secondary bacteriological contamination.*